



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

VÝROBA SOUČÁSTI PŘÍRUBA

PRODUCTION OF COMPONENTS FLANGE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tomáš Duda

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Kalivoda

BRNO 2016

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Tomáš Duda**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Strojírenská technologie
Vedoucí práce: **Ing. Milan Kalivoda**
Akademický rok: 2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Výroba součásti příruba

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Úvod.
2. Rozbor součásti příruba.
3. Návrh technologického procesu v podmínkách firmy.
4. Verze pro kusovou výrobu.
5. Výroba jednoho kusu včetně montáže.
6. Zhodnocení z pohledu firmy.
7. Diskuze.
8. Závěr.

Cíle bakalářské práce:

Sestavení etap TPV kusové výroby součásti dle smlouvy uzavřené se zákazníkem. Zprovoznění kusové výroby a odeslání výrobku zákazníkovi.

Seznam literatury:

Píška, M. et al. (2009): Speciální technologie obrábění. CERM, s. r. o., Brno.

Ptáček, L. et al. (2003): Nauka o materiálu I. CERM, s. r. o., Brno.

Kolektiv autorů. (1997): Příručka obrábění, kniha pro praktiky. Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., Praha.

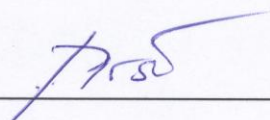
Freibauer, M., Vlášilová, H. a Vilímková, M. (2010): Základy práce v CAD systému SolidWorks. Computer Press, a. s., Brno.

Leinveber, J., Řasa, J. a Vávra, P. (2000): Strojnické tabulky. Scientia, s. r. o., Praha.

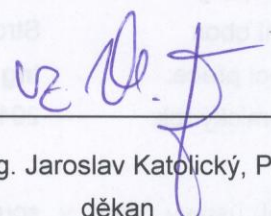
Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16.

V Brně, dne 30. 11. 2015





prof. Ing. Miroslav Piška, CSc.
ředitel ústavu



doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá kusovou výrobou požadované součásti v podmínkách konkrétní strojírenské firmy, která se zabývá konstrukcí a výrobou strojů na míru. Součástí práce je rozbor součásti včetně popisu funkce součásti, návrhu technologického postupu, výrobních nástrojů a použitých strojů. Dále zprovoznění kusové výroby a odeslání výrobku na montáž.

Klíčová slova

Součást, polotovar, návrh technologie, obrábění, montáž.

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with the production of individual industrial component in the conditions of a particular engineering company, which produces custom-built machines. One part of this thesis is a component analysis including a description of component functions and a proposition of a technological procedure, manufacturing tools and used machinery. It furthermore contains individual manufacturing and dispatchment of products for assembly.

Key words

Component, semi-finished product, proposal technology, machining, assembly.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

DUDA, Tomáš. *Výroba součásti příruha*. Brno 2016. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 43 s. 4 příloh. Vedoucí práce Ing. Milan Kalivoda.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Výroba součástí příruba** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

24.5.2016

Datum

Tomáš Duda

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Milanu Kalivodovi z VUT v Brně za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

Děkuji tímto Petru Bližňákovi z firmy TAILOR za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

ABSTRAKT	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ	6
OBSAH.....	7
ÚVOD	8
1 ROZBOR SOUČÁSTI PŘÍRUBA	9
1.1 Konstrukčně-funkční popis součásti	9
1.2 Použitý materiál	10
1.3 Polotovar	11
1.3.1 Rozměry polotovaru	11
1.3.2 Volba polotovaru	11
2 NÁVRH TECHNOLOGICKÉHO PROCESU V PODMÍNKÁCH FIRMY	12
2.1 Doporučené stroje	12
2.2 Doporučené nástroje.....	16
2.2.1 Všeobecné podmínky a značení pro nástroje.....	16
2.2.2 Nástroje pro soustružení	17
2.2.3 Nástroje pro frézování	24
3 VERZE PRO KUSOVOU VÝROBU	28
3.1 Technologický postup	28
4 VÝROBA JEDNOHO KUSU VČETNĚ MONTÁŽE	29
4.1 Soustružení.....	29
4.2 Frézování.....	30
4.3 Kalení	32
4.4 Tryskání.....	33
4.5 Broušení	33
4.6 Demagnetizování.....	34
4.7 Černění	34
4.8 Montáž.....	34
5 ZHODNOCENÍ Z POHLEDU FIRMY	36
6 DISKUZE	36
ZÁVĚR	37
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	38
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	41
SEZNAM PŘÍLOH.....	43

ÚVOD

Toto téma jsem zvolil na základě předešlých zkušeností s firmou TAILOR se sídlem v Ořechově u Brna. Tato firma se zabývá jednotlivou konstrukcí a výrobou jednoúčelových strojů na míru. Zde jsem měl možnost seznámit se formou brigády s jejich náplní práce a zaměstnanci na jednotlivých odděleních, stroji a technologiemi výroby. Byla mi umožněna práce ve výrobě, především na oddělení konstrukce a při montáži, včetně jedné externí montáže.

Zvolená součást je víko typu příruba. Primární funkce součásti je axiální zajištění ložisek a ochrana před nečistotami. Víko je součástí vřeteníku, jehož použití je především u jednoúčelových obráběcích center, avšak je použitelný i u jiných automatických center. Součást může být vyrobena z různých materiálů a za použití různých zušlechťovacích technik. Zvolený materiál i tepelná úprava musí být v co nejefektivnějším poměru nákladů a užité hodnoty.

Z technologického hlediska byl použit standardní sled operací, který je v souladu s použitými technologiemi. Použitá technologie byla zvolena dle možností firmy s přihlédnutím na tvarové, rozměrové a povrchové požadavky. Většina operací probíhala ve zvolené firmě s výjimkou povrchových a tepelných úprav.

V tomto případě se jedná o výrobu jednoho kusu víka pro vřeteník, který je součástí jednoúčelového stroje sloužícího k technologické operaci při výrobě součástí elektromotorů určených pro elektroprůmysl. Tento stroj je zobrazen na obrázku níže vlevo.



1 ROZBOR SOUČÁSTI PŘÍRUBA

Tato kapitola se zabývá rozebráním a vyhodnocením zadané součásti dle konstrukce (tvaru, přesnosti a zadaného materiálu). Dle vyhodnocení bude navržena technologie výroby zadané součásti a vhodně zvoleny potřebné nástroje pro výrobu v nejkratším možném termínu.

1.1 Konstrukčně-funkční popis součásti

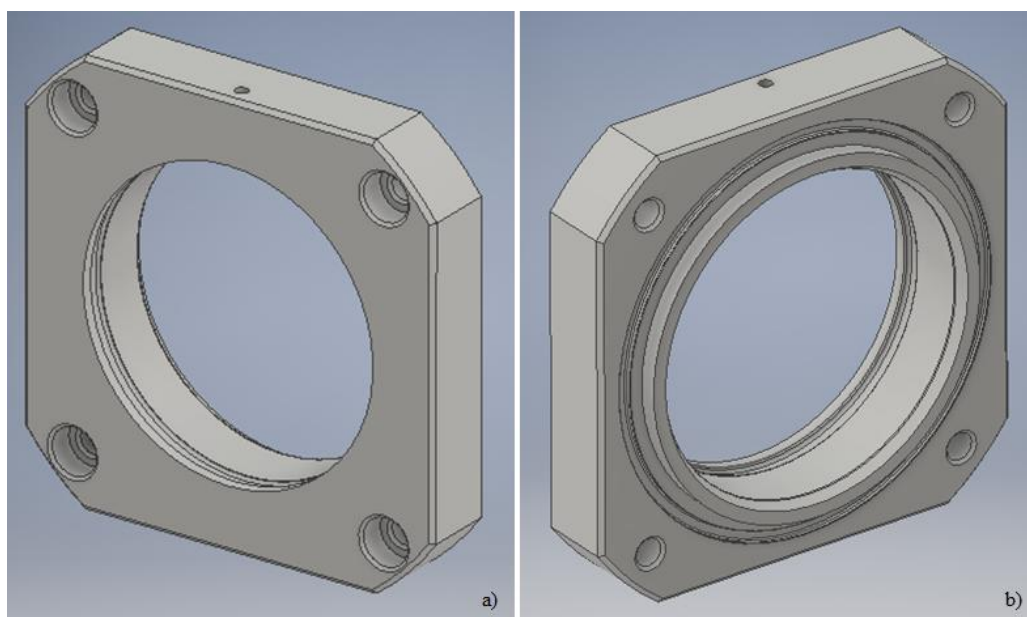
Vyráběnou součástí je víko s číslem výkresu TX6 - 2 - 260 - 3 rotačního tvaru s největším průměrem $\varnothing 169$ mm, vnitřním otvorem s nejmenším průměrem $\varnothing 97,4$ mm a maximální šířkou 30 mm. Vnější kontura má tvar čtverce o hraně 138 mm z důvodů návaznosti na tvar vřeteníku.

Na pravém čele (obr. 1.1b) je ponechán přídavek 0,5 mm na dolícování součásti při montáži. Dále se zde nachází drážka na průměru $\varnothing 118,2$ mm s normalizovanou hloubkou a šířkou. Jedná se o drážku pro O-kroužek 112 x 2,5 (pryžový materiál NBR 70) [9], který má zaručit těsnost přiléhající součásti.

Součást má čtyři otvory se zahloubením vyfrézované z levého čela (obr. 1.1a) určené pro smontování k přiléhající součásti pomocí čtyř šroubů M8 s vnitřním šestihranem dle normy DIN 912 tzv. imbusové [1].

Hlavní funkcí součásti je axiální zajištění ložisek a ochrana před nečistotami. Na horní části se nachází otvor se závitem M5x0,8, do kterého je zavedena hadička, pomocí které je pod tlakem přiveden vzduch. Přivedený vzduch je rozptýlen do vnitřní kruhové drážky o průměru $\varnothing 100,4$ mm. Vzduch je vytlačován mezerou mezi zadanou součástí a vřetenem. Tímto způsobem je zamezeno vnášení nečistot do vřeteníku za účelem zvýšení přesnosti a životnosti.

Na tuto součást jsou kladeny zvýšené nároky na přesnou výrobu z důvodu zkalibrování a celkového bezchybného fungování celé sestavy vřeteníku.



Obr. 1.1 Součást Víko TX6 - 2 - 260 – 3,

a) Levé čelo; b) Pravé čelo.

1.2 Použitý materiál

Ušlechtilá konstrukční mangan-chromová (Mn-Cr) ocel 14 220.3 je určena k cementování, kyanování [2], nitridování a nitrocementování. Tato ocel může být značena také jako 1.7131 nebo 16MnCr5 [4].

Ocel je dobře tváritelná za tepla, po žhání na měkko i za studena, je dobře obrobitelná a svařitelná [3] se zaručeným rozmezím prokalitelnosti. Pro hladké obrábění je vhodné ocel zušlechtit na mez pevnosti v tahu $R_m = (690 - 880)$ MPa [2].

Tato ocel je vhodná k použití pro strojní součásti pro zušlechtní do průměru $\varnothing 35$ mm a k cementování s velmi tvrdou cementovanou vrstvou s velkou pevností v jádře, jako jsou například hřídele, ozubená kola, vačkové hřídele nebo zubové spojky [3].

V následující tabulce číslo 1.1 je uvedeno chemické složení oceli 14 220.3.

Tab. 1.1 Chemické složení oceli 14 220.3 v % hmotnosti [4].

Uhlík (C)	Křemík (Si)	Mangan (Mn)	Fosfor (P)	Síra (S)	Chrom (Cr)
0,14 - 0,19	0,17 - 0,37	1,00 - 1,30	max. 0,035	max. 0,035	0,80 - 1,10

Tabulka číslo 1.2 obsahuje základní vlastnosti oceli, jako je mez pevnosti, mez kluzu a tvrdost dle Brinella. Dále zahrnuje třídu odpadu potřebnou pro konečné rozdělení odpadu vzniklém při třískovém obrábění.

Tab. 1.2 Přehled vlastností oceli 14 220.3 [3, 5, 6].

Označení podle ČSN EN	Mechanické vlastnosti			Třída odpadu
	Mez pevnosti R_m [MPa]	Mez kluzu R_e [MPa]	Tvrdost dle Brinella [HB]	
14 220.3	780 - 850	min. 588	max. 197	021

V následující tabulce číslo 1.3 jsou uvedeny vhodné metody tepelného zpracování, mezi které patří například žhání, cementování a kalení, včetně doporučených postupů.

Tab. 1.3 Tepelné zpracování oceli ČSN 14 220 [3].

Způsob		Teplota [°C]	Postup
Normalizační žhání		880 - 920	Ochlazovat na vzduchu
Cementování	v plynu	900 - 930	Ochlazovat na vzduchu nebo v ochlazovací jednotce
	v prášku	860 - 900	Ochlazovat v cementační krabici nebo na vzduchu
	v solné lázni	890 - 910	Ochlazovat na vzduchu
Žhání na měkko		680 - 720	Ochlazovat na peci
Kalení		810 - 840	Ochlazovat v oleji nebo v lázni při teplotě (150 - 200) °C
Popouštění		150 - 200	Ochlazovat na vzduchu

1.3 Polotovár

Polotovarem je materiál, který je přímo určen pro výrobu daného finálního výrobku a byly na něm již dokončeny určité výrobní operace. Polotovár se svým tvarem a rozměry přibližuje finálnímu produktu. Jeho výběr závisí na řadě faktorů, z nichž mezi nejdůležitější patří ekonomický. Polotovár musí dále splňovat následující podmínky [7]:

- optimální přídavky na obrábění,
- minimální spotřeba materiálu,
- minimální vynaložená práce na výrobu.

Mezi nejčastějšími polotovary používanými ve výrobě patří [7]:

- tyčový materiál (hutní),
- výkovky a výlisky z oceli, neželezných kovů a plastů,
- svařence, odlitky, výpalky z tlustých plechů,
- výstřižky a výlisky z plechů,
- polotovary zhotovené práškovou technologií.

1.3.1 Rozměry polotovaru

Minimální průměr polotovaru se určí z empirického vzorce [8]:

$$D'_0 = 1,05 \cdot D_{\max} + 2 \text{ [mm]} \quad (1.1)$$

$$D'_0 = 1,05 \cdot 169 + 2 = 179,45 \text{ mm}$$

Na délku je stanoven celkový přídavek 5 mm, 2,5 mm na každé čelo polotovaru, což je dostačující. Celková délka polotovaru je $L = 35 \text{ mm}$.

1.3.2 Volba polotovaru

Polotovarem pro výrobu součásti byla zvolena tyč ocelová a kruhová, válcovaná za tepla, určena k cementování dle normy EN 10084 o průměru $D_0 = 180 \text{ mm}$. Délka polotovaru je stanovena na $L = 35 \text{ mm}$ a hmotnost celého polotovaru je stanovena na $m = 6,99 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$. Základní materiál je použit dle normy ČSN EN 14 220.3.

Materiál bude dodán firmou SCHMOLZ+BICKENBACH s.r.o., která disponuje moderní a přesnou technikou pro dělení materiálu. Tento dodavatel byl vybrán především díky krátkým dodacím lhůtám a přívětivým cenám.

2 NÁVRH TECHNOLOGICKÉHO PROCESU V PODMÍNKÁCH FIRMY

Výběr strojů a nástrojů závisí především na technologických a hospodářských možnostech firmy TAILOR. Správně zvoleným technologickým postupem se docílí rychlé, přesné a ekonomické, tzn. efektivní výroby.

2.1 Doporučené stroje

Pro výrobu zadané součásti jsou zvoleny vhodné výrobní stroje dle aktuálního technologického vybavení firmy a to:

Soustruh SV 18 RA

Soustruh (obr. 2.1) je vhodný pro všechny soustružnické práce a tento typ je u nás velice rozšířený. Je přesný a výkonný, vhodný především pro malosériovou výrobu. Stroj vyniká velkým rozsahem stoupání různých typů závitů, jako je např. metrický nebo whitworthův [11]. V tabulce číslo 2.1 jsou uvedeny základní technické parametry stroje.



Obr. 2.1 Soustruh SV 18 RA [10].

Tab. 2.1 Technické parametry soustruhu SV 18 RA[11].

Oběžný průměr nad ložem	[mm]	380
Oběžný průměr nad suportem	[mm]	215
Vzdálenost hrotů	[mm]	750
Maximální hmotnost obrobku	[kg]	300
Elektromotor pro pohon vřeteníku	[kW]	7,5

Rozměry troje (délka x šířka)	[mm]	2520 x 950
Váha stroje s normálním příslušenstvím	[kg]	1730
Kužel vřetena	-	ME 50
Vrtání vřetene	[mm]	41
Kužel pinoly koníku	-	Mk4
Otáčky vřetena	[min ⁻¹]	14-2800

CNC frézka MAS MCV 1016 QUICK

Jedná se o vertikální obráběcí stroj, který vyniká zejména vysokou tuhostí své konstrukce, vysokou spolehlivostí a přesností. Tento stroj (obr. 2.2) je vhodný pro přesnou výrobu tvarově složitých součástí a forem v nástrojárnách [12]. Tabulka číslo 2.2 popisuje technické údaje o stroji.



Obr. 2.2 CNC frézka MAS MCV 1016 QUICK.

Tab. 2.2 Technické údaje CNC frézky MAS MCV 1016 QUICK [13].

<u>Stůl</u>		
upínací plocha stolu	[mm]	1300x600
maximální zatížení stolu	[kg]	700
<u>Pracovní rozsah</u>		
X - osa	[mm]	1016
Y - osa	[mm]	610
Z - osa	[mm]	710
Vzdálenost čela vřetena od upínací plochy stolu	[mm]	100-810
<u>Vřeteno</u>		
kuželová dutina vřetene	-	ISO 40
maximální otáčky	[min ⁻¹]	10 000

změna otáček	-	plynule měnitelné
<u>Posuv</u>		
pracovní posuv X, Y, Z	[mm.min ⁻¹]	1-30 000
rychlposuv	[m.min ⁻¹]	1-30 000
<u>Zásobník nástrojů</u>		
počet míst v zásobníku	-	24
maximální délka nástroje	[mm]	300
maximální průměr nástroje	[mm]	75
max. průměr nástroje s vynecháním sousedních nástrojů	[mm]	120
max. hmotnost nástroje	[kg]	6,5
<u>Motor</u>		
výkon motoru vřetena	[kW]	25
maximální celkový příkon stroje	[kVA]	40
<u>Rozměry stroje (délka x šířka x výška)</u>	[mm]	2 700 x 3 080 x 2 940
<u>Hmotnost stroje</u>	[kg]	5 500

Bruska hrotová univerzální BHU 32

Jedná se o hrotovou univerzální brusku s ramenem na vnitřní broušení. Tento stroj (obr. 2.3) se stále s pravidelnou údržbou používá pro výrobu přesných a tvarově složitých součástí. Technické údaje stroje obsahuje tabulka číslo 2.3.



Obr. 2.3 Bruska hrotová univerzální BHU 32.

Tab. 2.3 Technické údaje brusky hrotové univerzální BHU 32 [14].

Maximální průměr broušení	[mm]	315
Maximální délka broušení	[mm]	630
Maximální hmotnost obrobku	[kg]	250

Zařízení pro vnitřní broušení	-	Ano
Vzdálenost mezi hroty	[mm]	630
Výkon hlavního elektromotoru	[kW]	7,5
Celkový příkon stroje	[kW]	16
Kužel pracovního vřetena	-	Morse 5
Rozměry (délka x šířka x výška)	[mm]	4 080 x 2 320 x 1 720
Hmotnost stroje	[kg]	4 900

Bruska na plocho BPH 320 A

Broušení na plocho probíhá externě a i přes tyto důvody se podařilo zjistit použitý typ stroje (obr. 2.3) a následně dohledat jeho technické údaje (tab. 2.4).



Obr. 2.4 Bruska na plocho BPH 320 A.

Tab. 2.4 Technické údaje brusky na plocho BPH 320 A. [27].

Maximální délka broušení	[mm]	1000
Maximální šířka broušení	[mm]	320
Maximální pohyb stolu v ose z	[mm]	350
Výkon hlavního elektromotoru	[kW]	4
Celkový příkon	[kVA]	6,8
Rozměry stroje (délka x šířka x výška)	[mm]	4100 x 1750 x 2125
Hmotnost stroje	[kg]	3 200

Demagnetizační zařízení

Jedná se o plně funkční zařízení (obr. 2.5). Technické údaje a ani typ přístroje není možné dohledat.



Obr. 2.5 Demagnetizační zařízení.

2.2 Doporučené nástroje

Pro výrobu zadané součásti jsou vybrány vhodné výrobní nástroje podle aktuálního technologického vybavení firmy. Většina nástrojů je zvolena od firmy SECO Tools CZ s.r.o., která se věnuje technologii a vývoji nástrojů a destiček pro frézování, soustružení a další oblasti obrábění.

2.2.1 Všeobecné podmínky a značení pro nástroje

Proces obrábění materiálu je ovlivněn především volbou nástroje a řezných podmínek. Materiály se proto rozdělují do šesti základních skupin dle mezinárodní normy ISO 513 [15].

V tab. 2.5 je uvedeno rozdělení obráběných materiálů a jednotlivé příklady.

Tab. 2.5 Rozdělení obráběných materiálů [16].

Skupina	Obráběné materiály
P	uhlíkové (nelegované) oceli; legované oceli; nástrojové oceli uhlíkové; nástrojové legované oceli; uhlíkové ocelolitiny; feritické a martenzitické korozivzdorné oceli;
M	austenitické a feritická estetické oceli korozivzdorné; žárovzdorné a žárovevné oceli nemagnetické a otěruvzdorné
K	šedá litina nelegovaná i legovaná; tvárná litina; temperovaná litina;
N	neželezné kovy; slitiny hliníku a mědi
S	speciální žárovevné slitiny na bázi niklu, kobaltu, železa a titanu
H	zušlechtěné oceli s pevností nad 1500 MPa kalené oceli HRC 48 ÷ 60

Dále je na příkladech uvedených v tab. 2.6 a tab. 2.7 vysvětlen způsob značení vnějších a vnitřních nožů.

Tab. 2.6 Značení vnějších nožů [17].

1	2	3	4	5		6	7	8	9		10
P	W	L	N	R	-	20	20	K	06	-	-
1	Způsob upínání					6	Výška držáku				
2	Tvar destičky					7	Šířka držáku				
3	Tvar nože - úhel nastavení					8	Celková délka				
4	Úhel břitů					9	Velikost destičky				
5	Směr řezu					10	Údaj výrobce				

Tab. 2.7 Značení vnitřních nožů [17].

1	2	3		4	5	6	7	8	9		10
S	25	T	-	P	D	U	N	R	11	-	-
1	Provedení držáku					6	Výška držáku				
2	Průměr držáku					7	Šířka držáku				
3	Celková délka					8	Celková délka				
4	Způsob upínání					9	Velikost destičky				
5	Tvar destičky					10	Údaj výrobce				

V tab. 2.8 je uvedeno s příkladem značení výměnných břitových destiček.

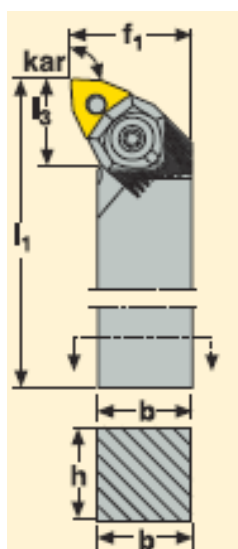
Tab. 2.8 Značení výměnných břitových destiček [17].

1	2	3	4	5	6	7	8	9	-	10
W	N	M	G	06	04	08	-	-		MF1
1	Tvar destičky				6	Tloušťka				
2	Úhel břitu				7	Rádus špičky				
3	Tolerance				8	Provedení řezné hrany				
4	Provedení				9	Směr posuvu				
5	Délka řezné hrany				10	Utvařec				

2.2.2 Nástroje pro soustružení

Nástroje pro soustružení byly zvoleny podle toho, o jakou operaci se jedná. Operace může být charakteru vnitřního, vnějšího soustružení atd.

Pro vnější hrubovací obrábění byl použit vnější soustružnický nůž PWLNR 2020 K06. Tímto nožem se obrobil základní vnější tvar polotovaru, tzn. čela polotovaru a jeho kontury. Obrázek 2.6 tohoto nože je okótován a v tabulce 2.9 jsou uvedeny jeho hodnoty včetně úhlu nastavení hlavního ostří, úhlu sklonu a úhlu čela.



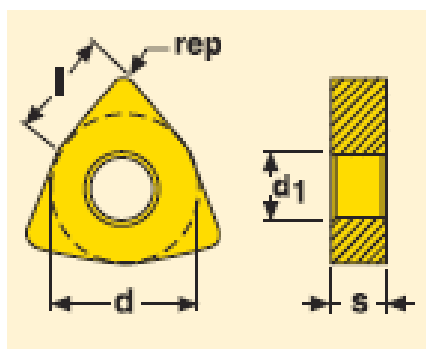
Obr. 2.6 Vnější soustružnický nůž pravý PWLNR 2020 K06 s kótami [18].

Tab. 2.9 Rozměry vnějšího soustružnického nože pravého PWLNR 2020 K06 [18].

h [mm]	b [mm]	f [mm]	l_1 [mm]	l_3 [mm]	κ_r [°]	λ_s [°]	γ_o [°]
20	20	25	125	21	95	-6	-6

Pro nůž tohoto typu byla zvolena výměnná břitová destička (VBD) s označením WNMG 060408-MF1. Charakteristika VBD je uvedena v tab. 2.10 a obrázek číslo 2.7 uvádí kóty destičky.

Destička je ze slinutého karbidu povlakovaná třídou CP200. Tato třída vyniká tvrdou mikrostrukturou a je určena hlavně pro obrábění na čisto u vysoce legovaných slitin a titanu. Dobrý výkon podává i u korozivzdorných ocelí [18].



Obr. 2.7 VBD WNMG 060408-MF1 s kótami [18].

Tab. 2.10 Rozměry a doporučené řezné podmínky VBD WNMG 060408-MF1 [18].

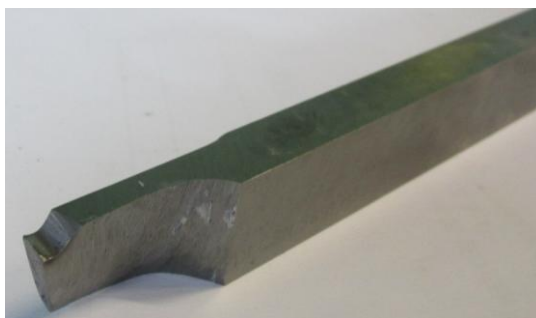
l [mm]	d_1 [mm]	h [mm]	s [mm]	$rep=r_\epsilon$ [mm]	f_{ot} [mm]	a_p [mm]	v_c [m.min ⁻¹]
6,6	9,53	3,81	4,76	0,8	0,2	4	150

Na obrázku 2.8 je zobrazen reálný použitý vnější soustružnický nůž pravý.



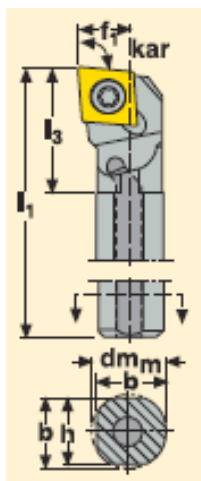
Obr. 2.8 Soustružnický nůž pravý PWLNR 2020 K06.

Pro zapichování otvoru byl použit zapichovací nůž domácí výroby. Je vyroben z nástrojové rychlořezné oceli (HSS) z tyče obdélníkového průřezu. Z důvodů neustálého opotřebení a následné údržby není uvedena charakteristika nože. Nůž je zobrazen na obrázku číslo 2.9. Řezné podmínky pro tento nůž byly charakterizovány parametry posuvu na otáčku $f_{ot} = 0,1 \text{ mm}$ a řeznou rychlostí $v_c = 20 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$.



Obr. 2.9 Zapichovací nůž.

Pro vyhrubování otvoru po zapíchnutí byl použit vnitřní soustružnický nůž pravý s kódovým označením A20R-SCLCR09. Hodnoty kót, které jsou znázorněny na obrázku 2.10 jsou uvedeny v tabulce 2.11 včetně úhlu nastavení hlavního ostří, úhlu sklonu a úhlu čela.



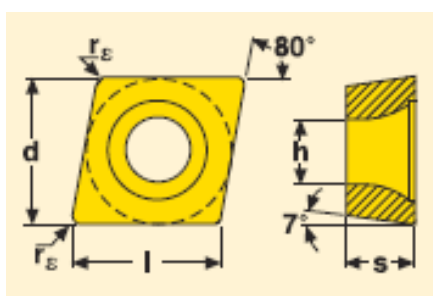
Obr. 2.10 Vnitřní soustružnický nůž pravý A20R-SCLCR09 s kótami [18].

Tab. 2.11 Rozměry vnitřního soustružnického nože pravého A20R-SCLCR09 [18].

dm_m [mm]	h [mm]	b [mm]	f_1 [mm]	l_1 [mm]	l_3 [mm]	κ_r [°]	λ_s [°]	γ_o [°]
20	18	19	13	200	32	95	-5	0

Pro tento nůž byla použita VBD s označením CCMT 090T08-MF2. Charakteristika VBD je uvedena v tab. 2.12 a obrázek číslo 2.11 uvádí jednotlivé kóty destičky.

Destička je ze slinutého karbidu povlakovaná třídou CP500. Tato třída je charakterizována houževnatostí a jemnozrnností. Je vhodná pro dokončovací až středně hrubovací obrábění korozivzdorných ocelí a dalších materiálů, jako je např. ocel a hliníkové slitiny. Zejména vhodná při přerušovaných řezech [18].

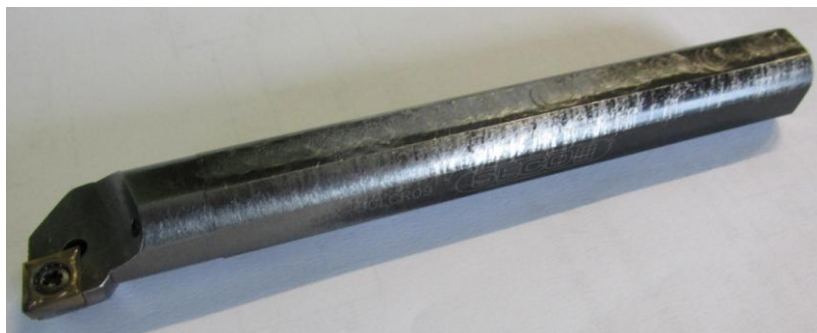


Obr. 2.11 VBD CCMT 09T308-MF2 s kótami [18].

Tab. 2.12 Rozměry a doporučené řezné podmínky VBD CCMT 09T308-MF2 [18].

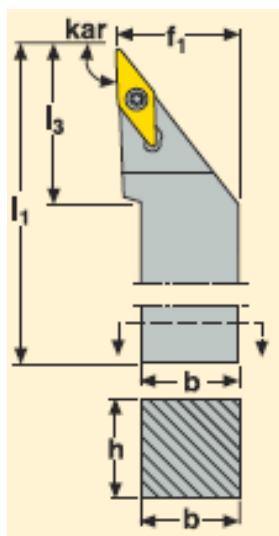
l [mm]	d [mm]	h [mm]	s [mm]	r_e [mm]	f_{ot} [mm]	a_p [mm]	v_c [m.min ⁻¹]
9,7	9,53	4,5	3,97	0,8	0,2	3	150

Reálný použitý vnitřní soustružnický nůž pravý je zobrazen na obrázku 2.12.



Obr. 2.12 Vnitřní soustružnický nůž pravý A20R-SCLCR09.

Pro vysoustružení zápichu F2 x 0,2 mm na průměru Ø 110h6 mm byl použit dokončovací vnější nůž pravý SVLBR 2020 K16. Obrázek 2.13 nože s kótami a tabulka 2.13 s jejich hodnotami jsou uvedeny níže včetně úhlu nastavení hlavního ostří, úhlu sklonu a úhlu čela.

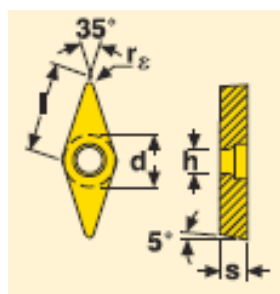


Obr. 2.13 Dokončovací vnější soustružnický nůž pravý SVLBR 2020 K16 s kótami [18].

Tab. 2.13 Rozměry dokončovacího vnějšího nože pravého SVLBR 2020 K16 [18].

h [mm]	b [mm]	f_1 [mm]	l_1 [mm]	l_3 [mm]	κ_r [°]	λ_s [°]	γ_o [°]
20	20	25	125	40	95	0	0

V držáku byla umístěna VBD VBMT160408-F1. Charakteristika zmíněné destičky je uvedena v tabulce 2.14 a obrázek číslo 2.14 uvádí její kóty. Destička je ze slinutého karbidu povlakovaná třídou CP500.



Obr. 2.14 VBD VBMT 160408-F1 s kótami [18].

Tab. 2.14 Rozměry a doporučené řezné podmínky VBD VBMT 160408-F1 [18].

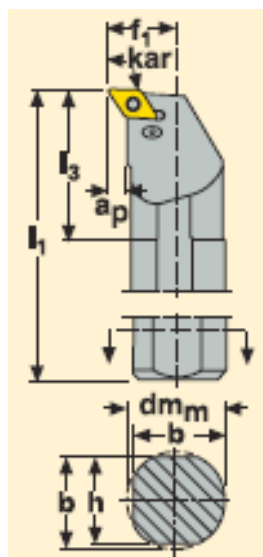
l [mm]	d [mm]	h [mm]	s [mm]	$rep=r_\epsilon$ [mm]	f_{ot} [mm]	a_p [mm]	v_c [m.min ⁻¹]
16	9,53	4,5	4,76	0,8	0,1	0,3	220

Použitý dokončovací vnitřní soustružnický nůž pravý je na obrázku 2.15.



Obr. 2.15 Dokončovací vnější soustružnický nůž pravý SVLBR 2020 K16.

Pro vytvoření a dokončení vnitřního zápichu byl použit dokončovací vnitřní soustružnický nůž pravý S25T-PDUNR11, který je zobrazen na okótovaném obrázku 2.16 a dále jsou specifikace zapsány v tabulce 2.15.



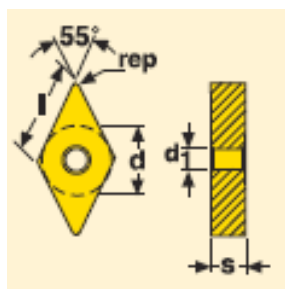
Obr. 2.16 S25T-PDUNR11 s kótami [18].

Tab. 2.15 Rozměry dokončovacího vnitřního pravého nože S25T-PDUNR11 [18].

dm_m [mm]	h [mm]	b [mm]	f_1 [mm]	l_1 [mm]	l_3 [mm]	a_p [mm]	κ_r [°]	λ_s [°]	γ_o [°]
25	23	23	17	300	45	4,5	93	-13	-6

VBD byla využita s označením DNMU 110408-MF2. U této specifické destičky bylo využito poloměru zaoblení špičky. Charakteristika zmíněné destičky je uvedena v tabulce 2.16 a obrázek číslo 2.17 uvádí její kóty.

Destička je ze slinutého karbidu povlakovaná třídou TP2501. Třída je navržena s vysokou odolností proti opotřeбенí a pevností ostří s použitím v široké řadě aplikací při soustružení ocelí i korozivzdorných ocelí a litin [18].

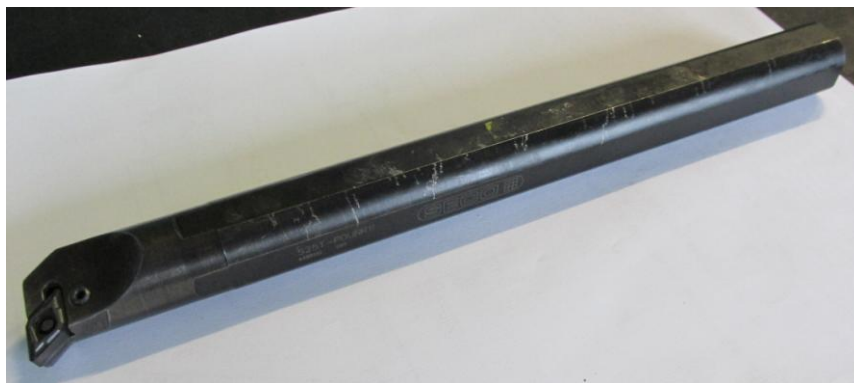


Obr. 2.17 VBD DNMU 110408-MF2 s kótami [18].

Tab. 2.16 Rozměry a doporučené řezné podmínky VBD DNMU 110408-MF2 [18].

l [mm]	d [mm]	h [mm]	s [mm]	$rep=r_\epsilon$ [mm]	f_{ot} [mm]	a_p [mm]	v_c [m.min ⁻¹]
11,6	9,53	3,81	4,76	1	0,1	0,2	160

Reálný použitý vnitřní soustružnický nůž pravý je zobrazena obrázku 2.18.



Obr. 2.18 Dokončovací vnitřní nůž pravý DNMU 110408-MF2.

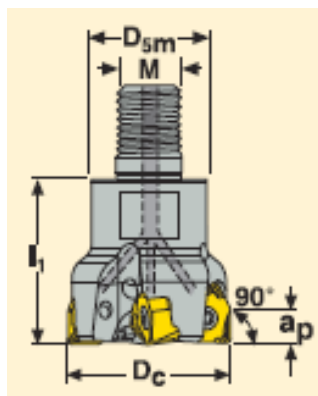
Pro vytvoření drážky na pravém čele pro O-kroužek byl použit vnitřní zapichovací nůž dle dostupnosti skladovacích zásob. Nůž je vybaven břitovou destičkou ze slinutého karbidu s šířkou ostří $l = 2,4$ mm a rádiusem špičky $r_\epsilon = 0,5$ mm. Použitý nůž je zobrazen na obrázku 2.19. Řezné podmínky nože byly charakterizovány parametry $f_{ot} = 0,05$ mm a $v_c = 80$ m.min⁻¹.



Obr. 2.19 Vnitřní zapichovací nůž.

2.2.3 Nástroje pro frézování

Pro obrobení kontury byla použita rohová fréza s frézovací hlavicí R217.96-1640.RE-08-4A [19] se čtyřmi VBD. Obrázek 2.20 této frézovací hlavičky je okótován a v tabulce 2.17 jsou uvedeny jejich hodnoty.



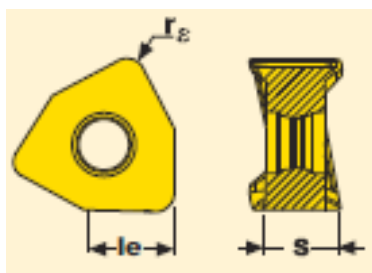
Obr. 2.20 Frézovací hlavičky R217.96-1640.RE-08-4A s kótami [19].

Tab. 2.17 Rozměry frézovací hlavičky SECO R217.96-1640.RE-08-4A [19].

a_p [mm]	D_c [mm]	D_{5m} [mm]	M	l_1 [mm]	Počet VBD [ks]
7,5	40	28	M16	40	4

Ve frézovací hlavičce byly použity čtyři VBD XNEX080608TR-M13. Charakteristika destičky je uvedena v tabulce 2.18 a obrázek číslo 2.21 uvádí její kóty.

Destička je ze slinutého karbidu povlakovaná třídou MP2500. Jedná se o základní třídu pro frézování oceli a snadno až středně obrobitelné korozivzdorné oceli, a to jak s procesní kapalinou či za sucha [19].

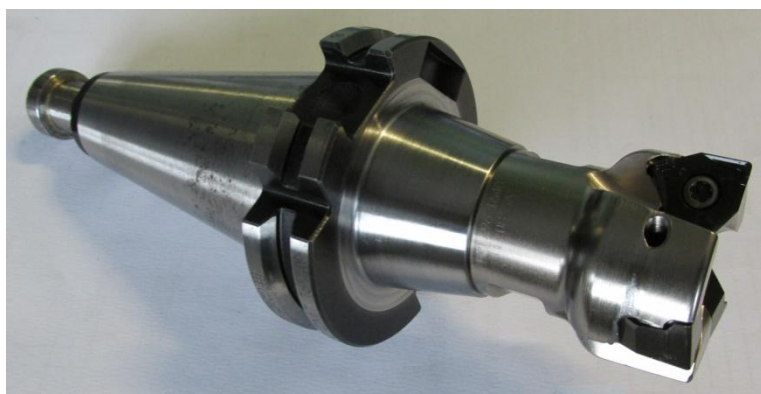


Obr. 2.21 VBD XNEX080608TR-M13 s kótami [19].

Tab. 2.18 Rozměry a doporučené řezné podmínky VBD XNEX080608TR-M13 [19].

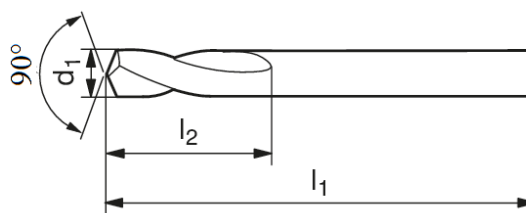
le [mm]	s [mm]	r_e [mm]	Úhel čela [°]	f_z [mm]	a_p [mm]	v_c [m.min ⁻¹]
7,5	6,45	0,8	22	0,15	3	200

Použitá rohová fréza je zobrazena na obr. 2.22 upnutá v upínači ISO 40.



Obr. 2.22 Rohová fréza R217.96-1640.RE-08-4A.

Pro navrtání otvoru pro šrouby byl použit NC středící vrták od firmy WNT, jehož katalogovým značením je číslo 10703006 [20]. Hlavní použití tohoto nástroje je pro ocel, litinu a neželezné kovy. Charakteristika NC středícího vrtáku je uvedena v tabulce 2.19 a obrázek číslo 2.23 uvádí jeho kóty.

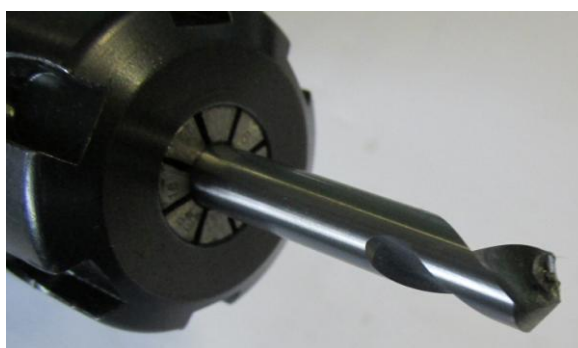


Obr. 2.23 NC středící vrták s kótami [20].

Tab. 2.19 Rozměry a doporučené řezné podmínky NC středícího vrtáku [20].

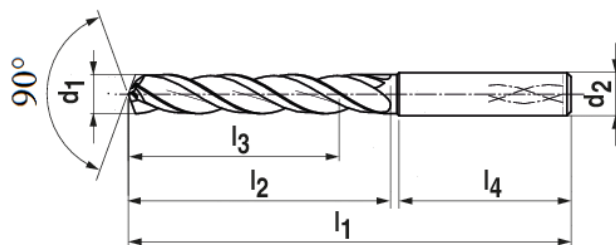
d_1 [mm]	l_1 [mm]	l_2 [mm]	f_{ot} [mm]	v_c [m.min ⁻¹]
6	50	13	0,05	200

Použitý NC středící vrták lze vidět na obrázku 2.24 upnutý v kleštině.



Obr. 2.24 NC středící vrták.

Na vyvrtání otvoru byl použit vrták Ø 8,4 mm od firmy WNT, který lze najít v katalogu pod označením TX-FEED-UNI.8,4.R.5D.IK.HA DPZ74S [21]. Tento vrták je převážně určený pro ocel, korozivzdorné oceli a litinu. Charakteristika vrtáku je uvedena v tabulce 2.20 a obrázek číslo 2.25 uvádí jeho kóty.



Obr. 2.25 Vrták Ø 8,4 mm s kótami [21].

Tab. 2.20 Rozměry a doporučené řezné podmínky vrtáku Ø 8,4 mm [21].

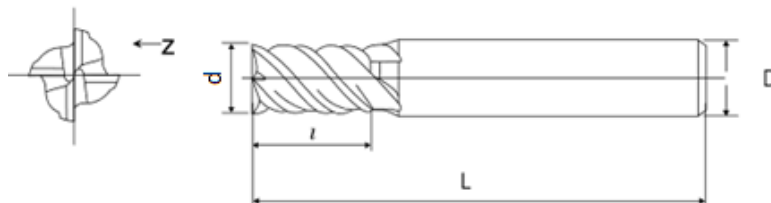
d_1 [mm]	d_2 [mm]	l_1 [mm]	l_2 [mm]	l_3 [mm]	l_4 [mm]	f_{ot} [mm]	v_c [m.min ⁻¹]
8,4	10	103	61	49	49	0,1	80

Reálný použitý vrták Ø 8,4 mm je zobrazen na obrázku 2.26.



Obr. 2.26 Vrták Ø 8,4 mm.

Pro vytvoření zahloubení pro šrouby byla použita monolitní fréza Ø 8 mm SPEEDTIGER. Charakteristika vrtáku je uvedena v tabulce 2.21 a obrázek číslo 2.27 uvádí jeho parametry.



Obr. 2.27 Monolitní fréza Ø 8 mm SPEEDTIGER s kótami [22].

Tab. 2.21 Rozměry a doporučené řezné podmínky monolitní frézy Ø 8 mm SPEEDTIGER [22]

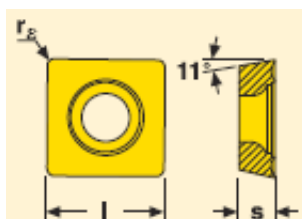
d [mm]	l [mm]	L [mm]	D [mm]	Počet břitů	f_z [mm]	a_p [mm]	v_c [m.min ⁻¹]
8	20	65	10	4	0,05	1	100

Reálná použitá monolitní fréza Ø 8 mm SPEEDTIGER je zobrazena na obrázku 2.28 upnutá v kleštině.



Obr. 2.28 Monolitní fréza Ø 8 mm SPEEDTIGER.

Další nástroj, kterým byly sraženy hrany je fréza pro sražení hran R215.49-00.375-3 [19] s úhlem sražení 45°, ve které jsou upnuty dvě VBD SPMX0602AP-75. Charakteristika destičky je uvedena v tabulce 2.22 a obrázek číslo 2.29 uvádí její kóty.



Obr. 2.29 VBD SPMX 0602AP-75 s kótami [19].

Tab. 2.22 Rozměry a doporučené řezné podmínky VBD SPMX 0602P-75 [19].

l [mm]	s [mm]	r _e [mm]	f _z [mm]	v _c [m.min ⁻¹]
9,525	3,18	0	0,2	200

Reálná použitá fréza pro sražení hran je zobrazena na obrázku 2.30 upnutá v kleštině.



Obr. 2.30 Fréza na srážení hran.

Dalším použitým nástrojem byl vrták pod závit M5 s katalogovým označením SD1105A-0465-029-06R1. Z důvodu tváření závitu je jeho průměr $\varnothing 4,6$ mm, použitelná délka řezu je 29 mm a celková délka vrtáku je 74 mm včetně úchopné části [23]. Řezné podmínky vrtáku byly charakterizovány parametry $f_{ot} = 0,05$ mm, $v_c = 80$ m.min⁻¹.

Reálný použitý vrták pod závit M5 je zobrazen na obrázku 2.31.



Obr. 2.31 Vrták pod závit M5.

Posledním použitým nástrojem je tvářecí závitník M5 vyrobený firmou WNT s katalogovým označením MF-M5x0,80ISO6HX-XC-V055 [24]. Doporučená řezná rychlost $v_c = 15$ m.min⁻¹.

Použitý tvářecí závitník M5 je zobrazen na obrázku 2.32.



Obr. 2.32 Tvářecí závitník M5

3 VERZE PRO KUSOVOU VÝROBU

V této kapitole jsou popsány technologické postupy výroby dané součásti a definovány jednotlivé výrobní operace.

3.1 Technologický postup

Většinou není možné vyrobit finální výrobek nebo polotovar pouze jednou výrobní operací, proto je důležité sestavit podrobný sled výrobních operací za sebou, které definuje právě technologický postup [25].

Technologický postup je sestaven z plynule navazujících výrobních operací zajištěných stroji a dalšími zařízeními, kterými se docílí zhotovení polotovaru a finálního výrobku. Musí být volen tak, aby byl co nejefektivnější, tzn. rychlý, přesný a ekonomický.

Výrobní operace jsou součástí výrobních kroků, které jsou specifické podle jednotlivých technologických principů [26]. Každý krok probíhá zpravidla na jednom pracovišti.

Technologický postup zadané součásti je přiložen v příloze číslo 4.

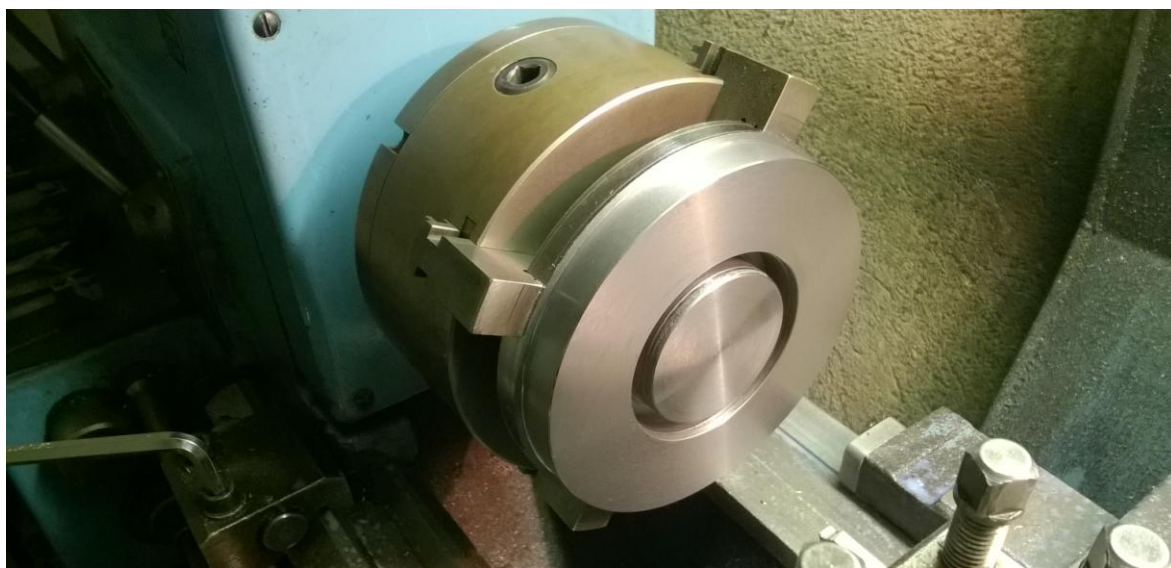
4 VÝROBA JEDNOHO KUSU VČETNĚ MONTÁŽE

V této kapitole je popsána postupná výroba jednoho kusu v jednotlivých operacích, včetně dokončení a montáže. Jedná se o tyto operace:

- soustružení kontury,
- frézování kontury a otvorů,
- kalení,
- tryskání
- broušení tolerovaných rozměrů
- demagnetizace
- černění
- montáž sestavy

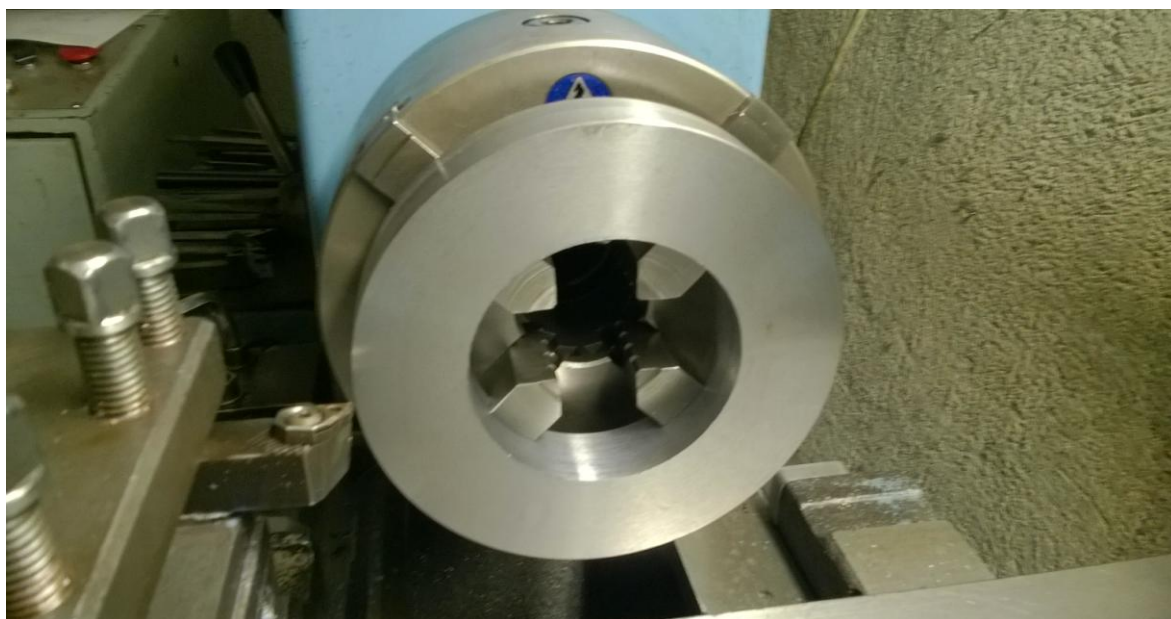
4.1 Soustružení

Po očištění a upnutí polotovaru byl vyhrubován vnější tvar a zapíchnut vnitřní otvor (obr. 4.1). Vypíchnutý zbytkový materiál lze dále zužít k výrobě jiných součástí. Následně byl otvor vyhrubován (začištěn).



Obr. 4.1 Zapíchnutí otvoru.

Dále byla upnuta součást za otvor (obr. 4.2), vysoustružen vnější průměr na požadovaný rozměr dle výkresu (příloha č. 1) a začištěno čelo s přídavkem na broušení.

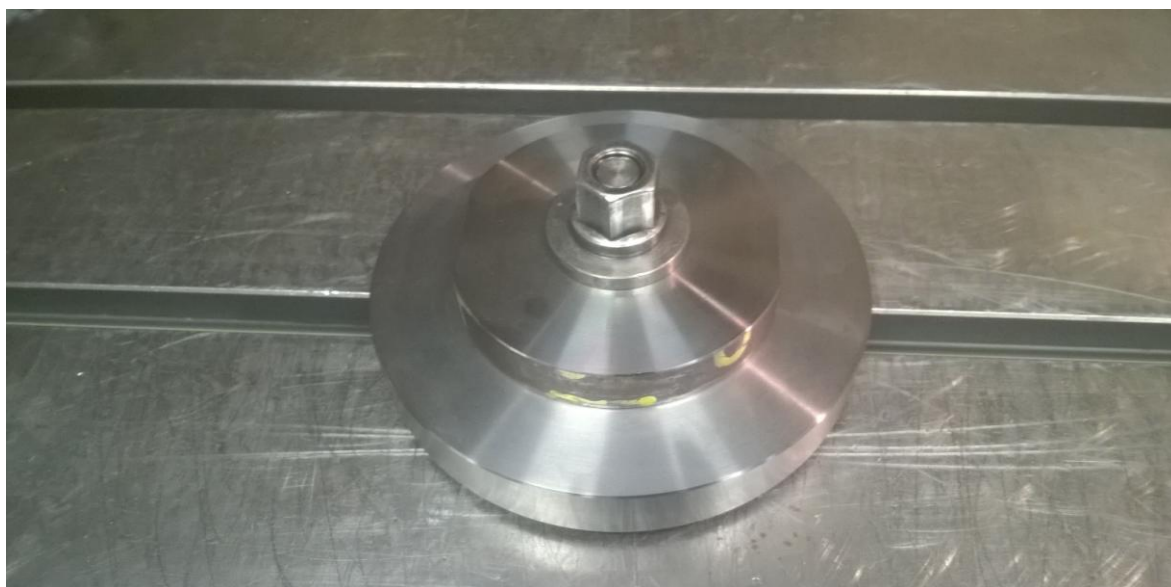


Obr. 4.2 Hrubování druhého čela a zarovnání povrchu

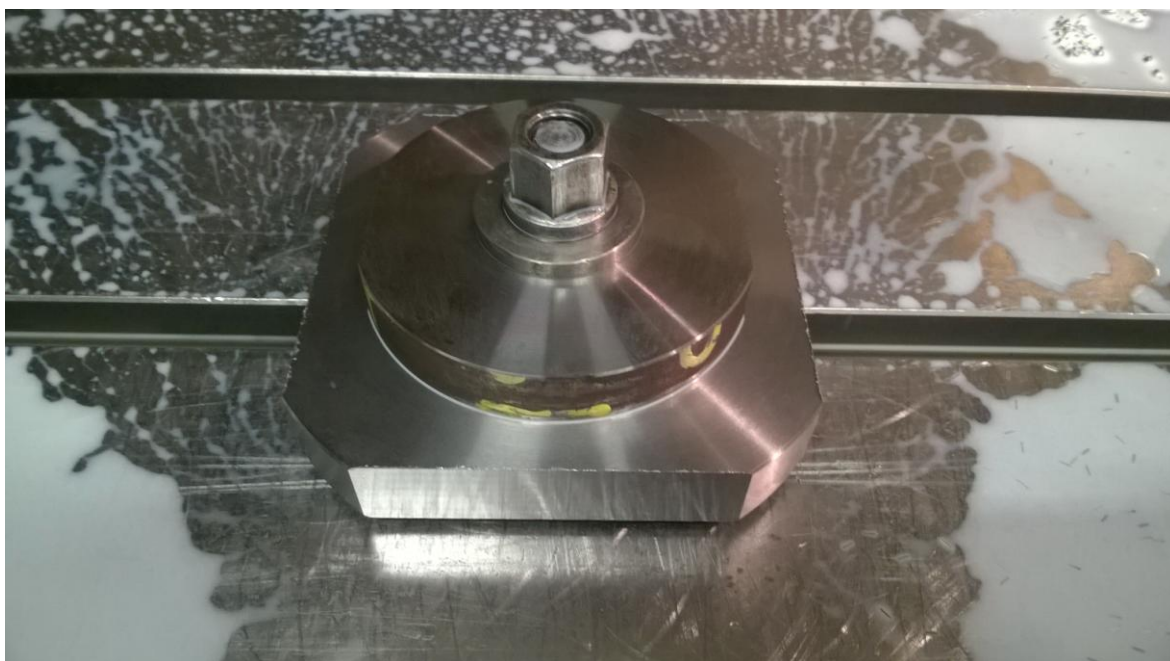
Následně byl upnut polotovár za vnější průměr a vysoustružen průměr $\varnothing 110 \text{ h6 mm}$ do délky $(5,5 - 0,2) \text{ mm}$ s ponechaným přídkem na broušení, a to i na přilehlém pravém čele. Mezi těmito plochami byl vysoustružen technologický zápich ($F2 \times 0,2$) z důvodu broušení těchto ploch. Poté byl dokončen otvor s přídkem na broušení včetně vnitřního i vnějšího zápichu a sražení hran.

4.2 Frézování

Součást byla upnutá na stůl pomocí upínek za otvor (obr. 4.3) a následně obrobena kontura dle modelu (□ 138) (obr. 4.4).



Obr. 4.3 Upnutí součásti na stůl



Obr. 4.4 Frézování kontury.

V dalším kroku došlo k navrtání otvorů a sražení hran na kontuře na levém čele (obr. 4.5). Následně byly vyvrtány otvory pro šrouby a vyfrézováno zahloubení pro hlavy šroubů. Poté byla součást otočena a došlo ke sražení hran na pravém čele.



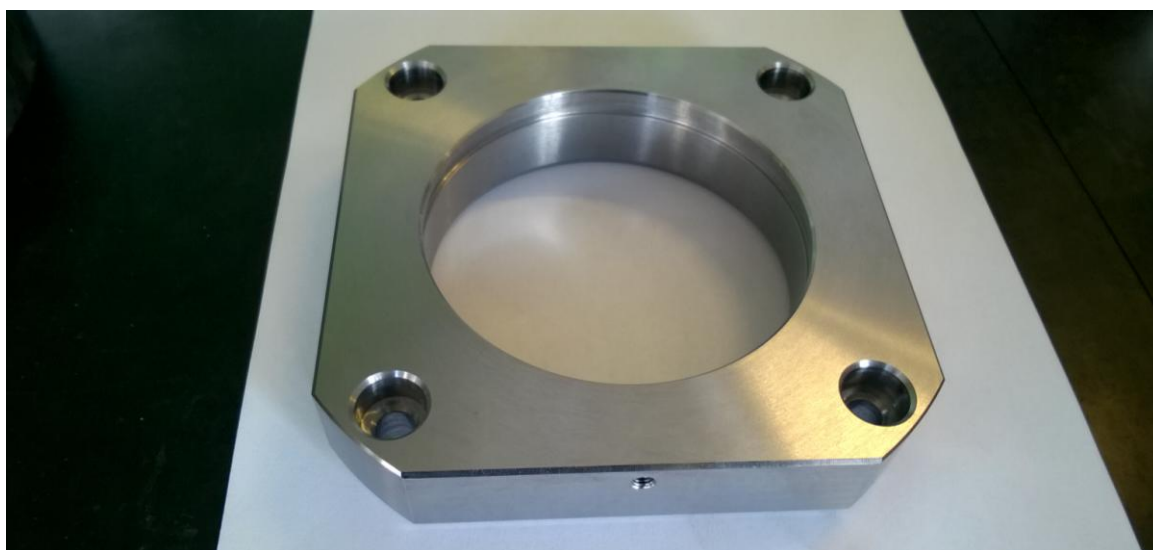
Obr. 4.5 Navrtání otvorů a sražení hran na kontuře.

Po upnutí do svěráku byla vyvrtána díra pro závit M5 x 0,8, sražena hrana a vytvářen závit M5 x 0,8.

4.3 Kalení

Kalením tzn. záhřevem (dobou působení určité teploty a prudkým zchlazením) získává materiál lepší fyzikální a mechanické vlastnosti.

Operace kalení probíhá externě ve společnosti NAREX Ždánice, spol. s r.o., která se zabývá výrobou závitníků a kalením. U této firmy je možnost kalení jak v ochranné atmosféře, tak ve vakuu [28]. V tomto případě bylo použito kalení v ochranné atmosféře s chlazením v oleji. Na obrázku 4.6 a 4.7 je zachycena součást před a po tepelném zpracování.



Obr. 4.6 Součást před tepelném zpracováním



Obr. 4.7 Součást po tepelném zpracováním

4.4 Tryskání

Kalení proběhlo v ochranné atmosféře a z těchto důvodů není nutné použití tryskání. Tato varianta je lepší jak z ekonomického, tak z časového hlediska.

4.5 Broušení

Po upnutí součásti na magnetický upínač za pravé čelo bylo z technologických důvodu začištěno levé čelo. Součást poté byla otočena a upnuta za zbroušené levé čelo, tím dojde k přesnému zbroušení funkčních ploch. Následně broušením byly dokončeny vnitřní plochy otvoru (obr. 4.8), vnější konečný průměr $\varnothing 110 \text{ h6}$ a čelo víka (obr. 4.9).



Obr. 4.8 Broušení otvoru.



Obr. 4.9 Broušení čela a vnějšího průměru $\varnothing 110 \text{ h6}$.

4.6 Demagnetizování

Součást byla za pomoci demagnetizačního zařízení demagnetizována z důvodu zamezení ulpívání feromagnetických částic a tím i přesnější manipulace při montáži. Demagnetizační zařízení lze vidět na obrázku 2.5.

4.7 Černění

Černění, neboli brynýrování železa je chemická povrchová úprava prováděná primárně za účelem zlepšení odolnosti vůči korozi, otěru a zlepšení vzhledu. Na povrchu součásti se vytvoří tenký film tvořený oxidy železa modročerné až černé barvy. Rozměry součásti se téměř nemění [29]. Nabroušená součást před černěním je na obrázku 4.10.

Tento krok je prováděn externí firmou GIOMETAL s.r.o.



Obr. 4.10 Nabroušená součást před černěním.

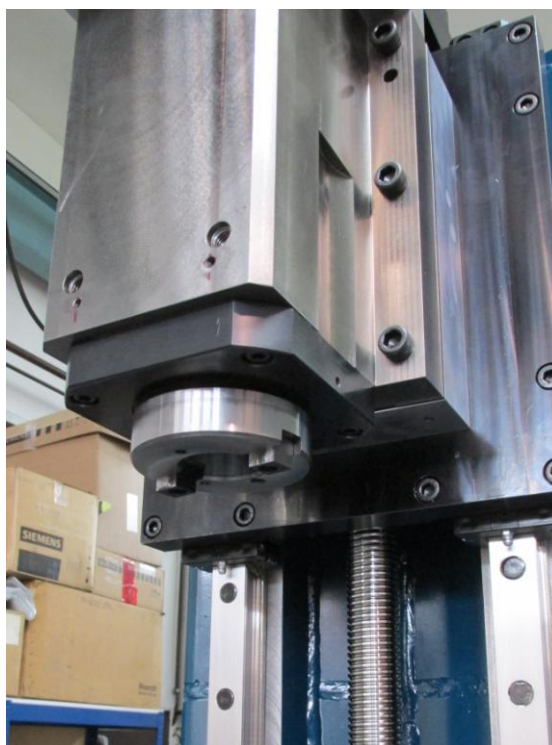
4.8 Montáž

Před montáží byla součást přeměřena a zkontrolována dle výkresové dokumentace a následně došlo ke smontování a přesnému dolícování. Při tomto kroku bylo nutné přebroušení přídatku pravého čela z důvodu přesnosti, správného fungování stroje a jeho maximální životnosti.

Na obrázku 4.10 je vyobrazen průběh montáže včetně funkční součástí sestavy, vřeteníku. Detail smontované sestavy stroje je zobrazuje obrázek 4.12.



Obr. 4.11 Průběh montáže víka.



Obr. 4.12 Detail smontované sestavy stroje.

5 ZHODNOCENÍ Z POHLEDU FIRMY

Zadaná součást víko bylo možné bez chyby vyrobit dle výrobní dokumentace. Při montáži součásti bylo nutné součást dvakrát přebrousit na plocho z důvodů dolícování sestavy ložisek. Při zkušebním zprovoznění součásti se neobjevily žádné známky chyb a sestava fungovala dle konstrukční dokumentace a zadaných hodnot od koncového odběratele stroje.

6 DISKUZE

Nástroje byly voleny dle dostupnosti skladu, avšak převážná většina nástrojů pochází od firmy SECO Tools CZ, s.r.o., neboť dle zkušeností firmy mají tyto produkty ověřenou kvalitu a jsou rychle dostupné.

Při volbě polotovaru byla zvolena tyč ocelová, kruhová a válcovaná za tepla, určená k cementování dle normy EN 10084. Byla možnost zvolit tyč čtvercového tvaru, nicméně tento typ je dražší a méně dostupný.

Materiál byl zvolen dle normy ČSN 14 220 z důvodu životnosti součásti v nepřetržitém provozu (třísměnném provozu).

Z technologického hlediska byl použit standardní sled operací, který je v souladu s použitými technologiemi. Původně bylo naplánováno standardní kalení, po kterém mělo následovat tryskání za účelem zbavení nečistot. Protože externí firma, u které probíhalo kalení, pořídila novou pec sloužící na kalení v ochranné atmosféře, byla tato operace vynechána. To vedlo ke snížení nákladů a zkrácení výrobního času.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem technologického postupu a výrobou součásti víko s využitím strojového parku, kterým firma disponuje.

Polotovarem byla zvolena tyč ocelová, kruhová, válcovaná za tepla dle normy EN 10084 z výchozího materiálu ČSN 14 220.3 o průměru $D_0 = 180$ mm, délka polotovaru je stanovena na $L = 35$ mm. Materiál byl zvolen kvůli životnosti součásti v nepřetržitém provozu (třísměnný provoz). Polotovary byly dodány již nařezané na požadovanou délku a připraveny k výrobě součástí.

V příloze 1 je k dispozici technologický postup výroby součástí. Při sestavování technologického postupu byla nutná spolupráce se správcem oddělení obrábění, který má přehled o výrobních nástrojích. Většina nástrojů, které byly zvoleny, pochází od firmy SECO Tools CZ s.r.o. Operace cementování a černění proběhly externě ověřenými firmami, které vyhovují dostupností, rychlostí a kvalitou odvedené práce. Tepelné zpracování bylo uskutečněno firmou NAREX Ždánice, spol. s r.o. se sídlem ve a černění společností GIOMETAL s.r.o.

Výroba součástí proběhla dle navrženého technologického postupu bez komplikací na strojích, kterými firma disponuje. Operace soustružení proběhly na soustruhu SV 18 RA, frézování na CNC frézce MAS MCV 1016 QUICK. Broušení na kulato na brusce hrotové univerzální BHU 32 a broušení na plocho proběhlo externě na brusce na plocho BPH 320 A. V konečné fázi bylo nutné demagnetizování na demagnetizačním zařízení.

Při montáži bylo nutné součást dvakrát přebrousit na plocho kvůli dolícování sestavy ložisek v axiálním směru. Při zkušebním zprovoznění součásti se neobjevily známky chyb, které by nasvědčovaly poruchovost nebo zkrácení životnosti fungování celé sestavy.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Šroub s vnitřním šestihranem DIN 912 Ocel Bez PU 12.9 M8X30. *FABORY* [online]. 2015 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.fabory.com/cs/Spojovac%C3%AD-materi%C3%A1l/Produkty-s-vnit%C5%99n%C3%ADm-%C5%A1estihranem/%C5%A0rouby-s-vnit%C5%99n%C3%ADm-%C5%A1estihranem-a-v%C3%A1lcovou-hlavou-DIN-912/07000-080-030/p/07000080030>
- [2] E-ŽELEZNÁ KNIHA. *Ferona: Velkoobchod s hutním materiálem* [online]. 2016 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: http://www.ferona.cz/cze/katalog/mat_normy.php
- [3] KONSTRUKČNÍ OCEL ČSN 14 220. *JKZ BUČOVICE A.S.* [online]. 2010 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://jkz.cz/node/220>
- [4] 1.7131 (16MnCr5, 14 220). *PRECIZ, s.r.o.* [online]. 2012 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.preciz.cz/sluzby-hlavni/material-normal/1.7131>
- [5] *Ocel 14 220* [online]. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/databaze_modelu_soubory/ocel_14220.pdf
- [6] LEINVEBER, Jan a Pavel VAVRA. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 3. dopl. vyd. Uvaly: ALBRA, 2006, xiv, 914 s. ISBN 80-7361-033-7.
- [7] ZEMČÍK, Oskar. *TECHNOLOGICKÉ PROCESY - část obrábění: UČEBNÍ TEXTY KOMBINOVANÉHO BAKALÁŘSKÉHO STUDIA* [online]. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TechnProcesy.pdf>
- [8] *Přídavky na obrábění* [online]. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://sps-projekt.hostuju.cz/soubory/demo/stt.pdf>
- [9] O-kroužek NBR 70 ShA 112x2,5 Dichtomatik. *PROPRUMYSL.CZ* [online]. 2016 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: http://proprumysl.cz/o-krouzek-112x2-5-nbr70-dichtomatik/?gclid=CjwKEAjwi9K4BRCQzq7d1c6A_XASJABueAO2EeTWlqb3dxGYyXyEyM8Mm6TbTVpmicQakxGrFzLcfxoC-j3w_wcB
- [10] Sústruh SV18. *On-line databáza firem* [online]. [cit. 2016-05-22]. Dostupné z: <http://www.edb.sk/sk/ponuky/sustruh-sv18-5427.html>
- [11] Hrotový soustruh SV18 RA. *Tumlikovo: Metal Cutting Technologies* [online]. 2010 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.tumlikovo.cz/rubriky/stroje-2/soustruh/sv18/>
- [12] Technický popis stroja MCV 754 QUICK. *STROJE SLOVAKIA* [online]. 2009 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.strojeslovakia.sk/kovoobrabacie-stroje/product/1808-MCV-754-QUICK/>
- [13] MCV 1016 QUICK. *MAS: Kovosvit MAS* [online]. 2015 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.kovosvit.cz/upload/products/pdf/mcv-1016-quick-1421740659.pdf>
- [14] Bruska / Hrotová / BHU 32. *FERMAT* [online]. 2010 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.fermatmachinery.com/pouzite-stroje/bruska/hrotova/bhu-32-cs-142303/>

- [15] *ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA*: ICS 25.100.01 [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: http://csnonlinefirmy.unmz.cz/html_nahledy/22/74938/74938_nahled.htm
- [16] *Rozdělení obráběných materiálů a tabulky ekvivalentů* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: http://nd06.jxs.cz/729/879/3875574d59_97371700_o2.jpg
- [17] *PRAMET: Soustružení* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.bemet.cz/img/cms/PRAMET/soustruzeni-2014-cz.pdf>
- [18] KATALOG A TECHNICKÝ PRŮVODCE 2015: SOUSTRUŽENÍ. *SECO* [online]. [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: https://www.secotools.com/CorpWeb/Czech%20Republic/katalogy/2015/CZ_Catalog_Turning_2015_LR.pdf
- [19] KATALOG A TECHNICKÝ PRŮVODCE 2015: FRÉZOVÁNÍ. *SECO* [online]. [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: https://www.secotools.com/CorpWeb/Czech%20Republic/katalogy/2015/CZ_Catalog_Milling_2015_Inlay_LR.pdf
- [20] NC navrtávák, dílenská norma. *WNT* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <https://www.wnt.com/mastertool/CS/product/Hlavn%C3%AD%20katalog/Vrt%C3%A1n%C3%AD/TK%20vrt%C3%A1ky/NC%20navrt%C3%A1v%C3%A1ky/Typ%20NC-A%20-%20120%C2%B0/TK%20NC%20NAVRT%C3%81V%C3%81K%20NC-A120%C2%B0-96-600-9R-9DIN6535-9HA%2010703006?L=17>
- [21] Hlavní katalog. *WNT: Total tooling* [online]. [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: https://www.wnt.com/mastertool?fcode=m_cs_catdetail&m_cs_GV_ITMG%20UID=ohfzReS27jQ3bSHGn{k6xm
- [22] *HSS: 4 Flutes TiCN Fine Pitch Cutter* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.carbide-tool.com.tw/pdf/hss/HSS-06.pdf>
- [23] B83 DRILLING SOLID UNIVERSAL;SD1105A-0465-029-06R1: SD1105A-0465-029-06R1. *SECO: online store* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: https://www.store.secotools.com/webapp/wcs/stores/servlet/ProductDisplay?catalogId=10059&storeId=10208&productId=1122724&langId=10&parent_category_rn=201036&top_category=200705&backLink=CategoryDisplay%3fcatalogId%3d10059%26storeId%3d10208%26categoryId%3d201036%26langId%3d10%26parent_category_rn%3d201036%26pageView%3d%26pageSize%3d15%26beginIndex%3d15
- [24] B58 THREADMASTER FORMTAP;MF-M5X0.80ISO6HX-XC-V055: MF-M5X0.80ISO6HX-XC-V055. *SECO: online store* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: https://www.store.secotools.com/webapp/wcs/stores/servlet/ProductDisplay?catalogId=10055&storeId=10204&productId=1121230&langId=22&parent_category_rn=201769&top_category=200701&backLink=CategoryDisplay%3fcatalogId%3D10055%26storeId%3D10204%26categoryId%3D201769%26langId%3D22%26parent_category_rn%3D201769%26pageView%3D%26pageSize%3D15%26beginIndex%3D15
- [25] Výrobní operace. *Řízení výroby a skladů Nettocontrol* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.nettocontrol.cz/1033-vyrobni-operace.html>

- [26] POČTA, Jan. *Řízení výrobních procesů: učební text* [online]. Ostrava, 2012 [cit. 2016-05-18]. ISBN 978-80-248-2589-2. Dostupné z: <http://www.person.vsb.cz/archivcd/FMMI/RVP/Rizeni%20vyrobnich%20procesu.pdf>
- [27] Grinding machine - Bruska na plocho BPH 320 A. *STROJE HEINC* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.stroje-heinc.cz/en/1732/bruska-na-plocho-bph-320-a> 28.
- [28] Kalírna. *Narex Ždánice* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <https://www.narexzd.cz/o-nas/kalirna/>
- [29] Černění (brynýrování) železa. *Galvanika Fiala* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.galvanika.cz/cerneni-brynyrovani-oceli.html>

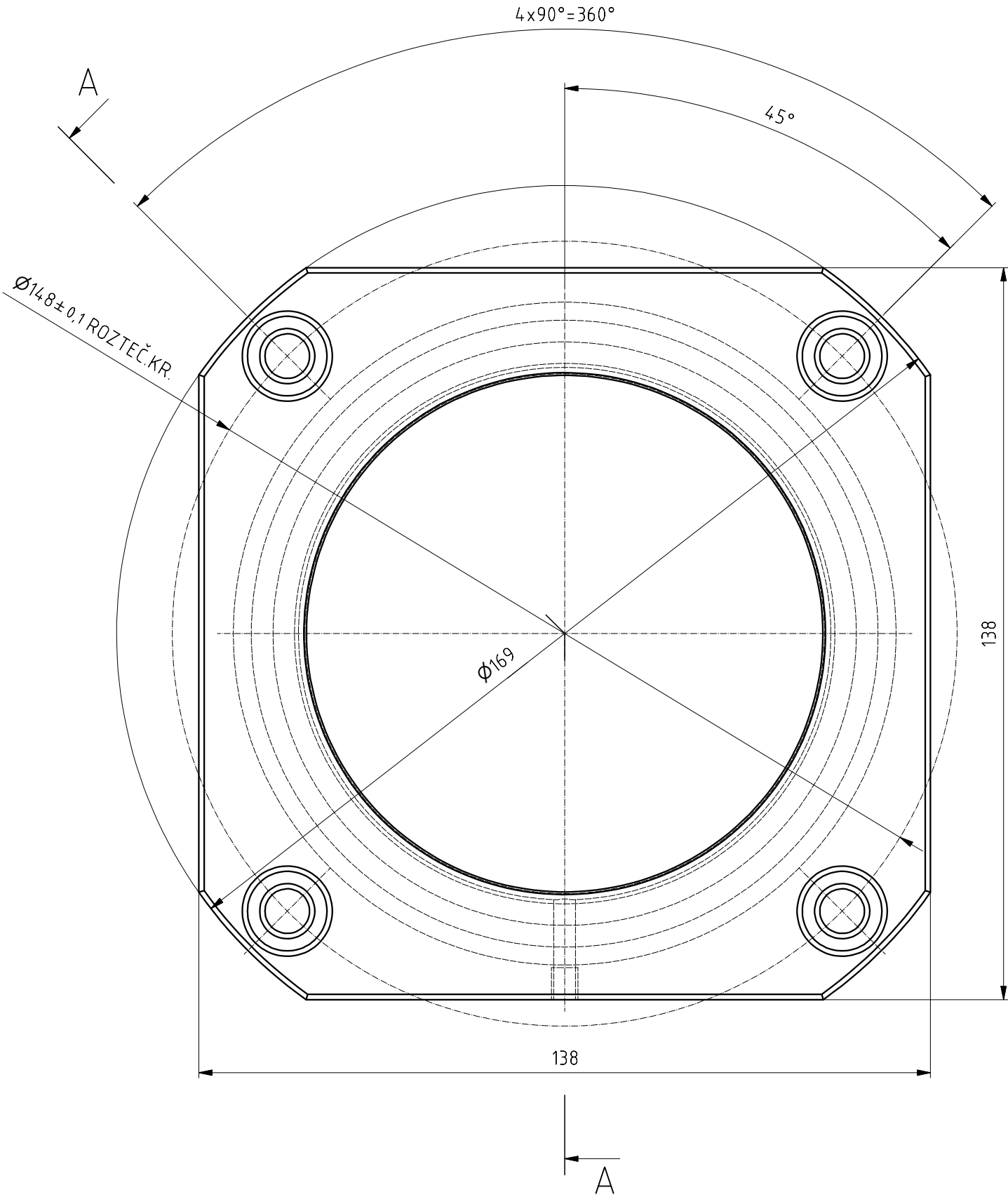
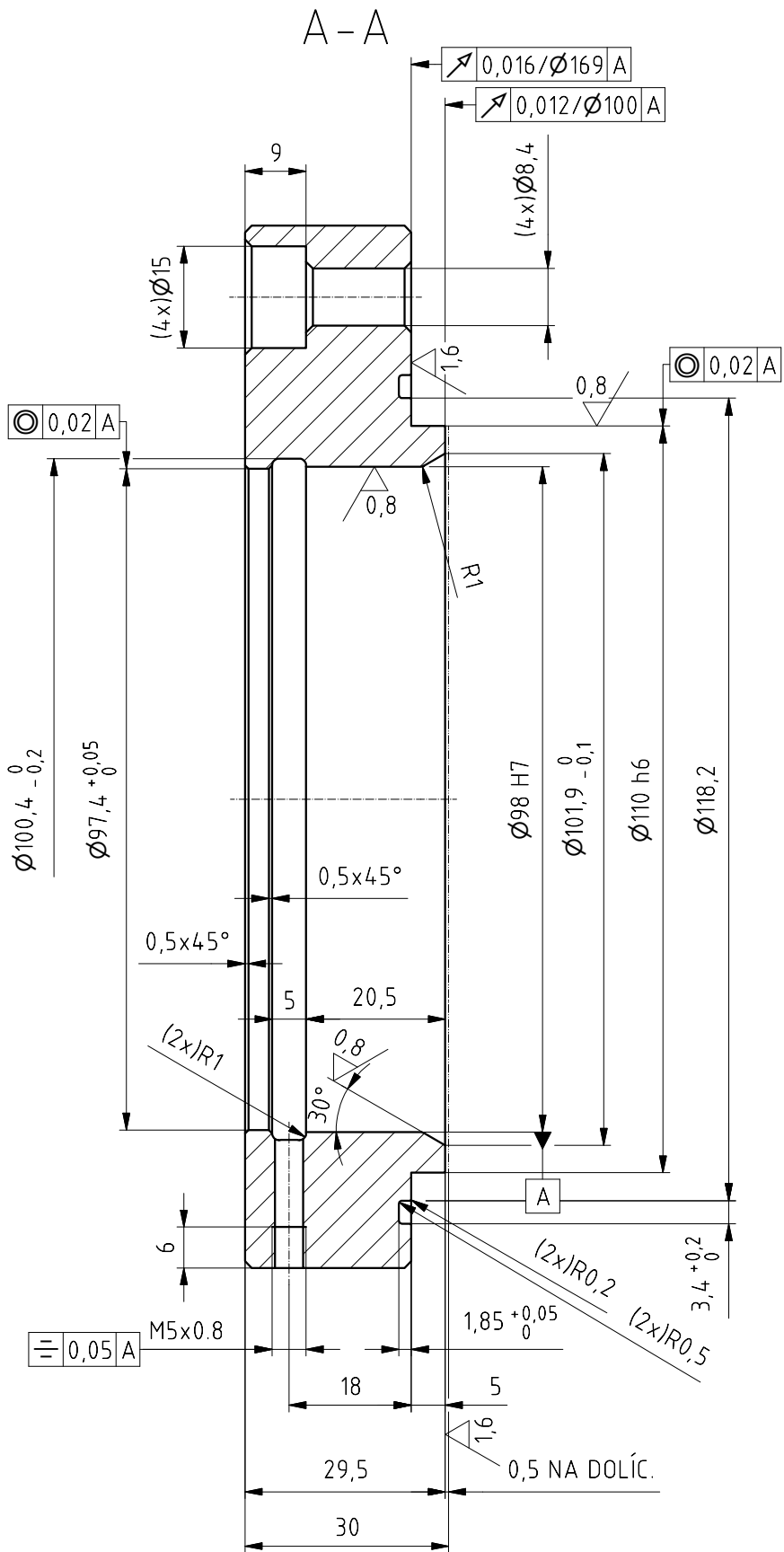
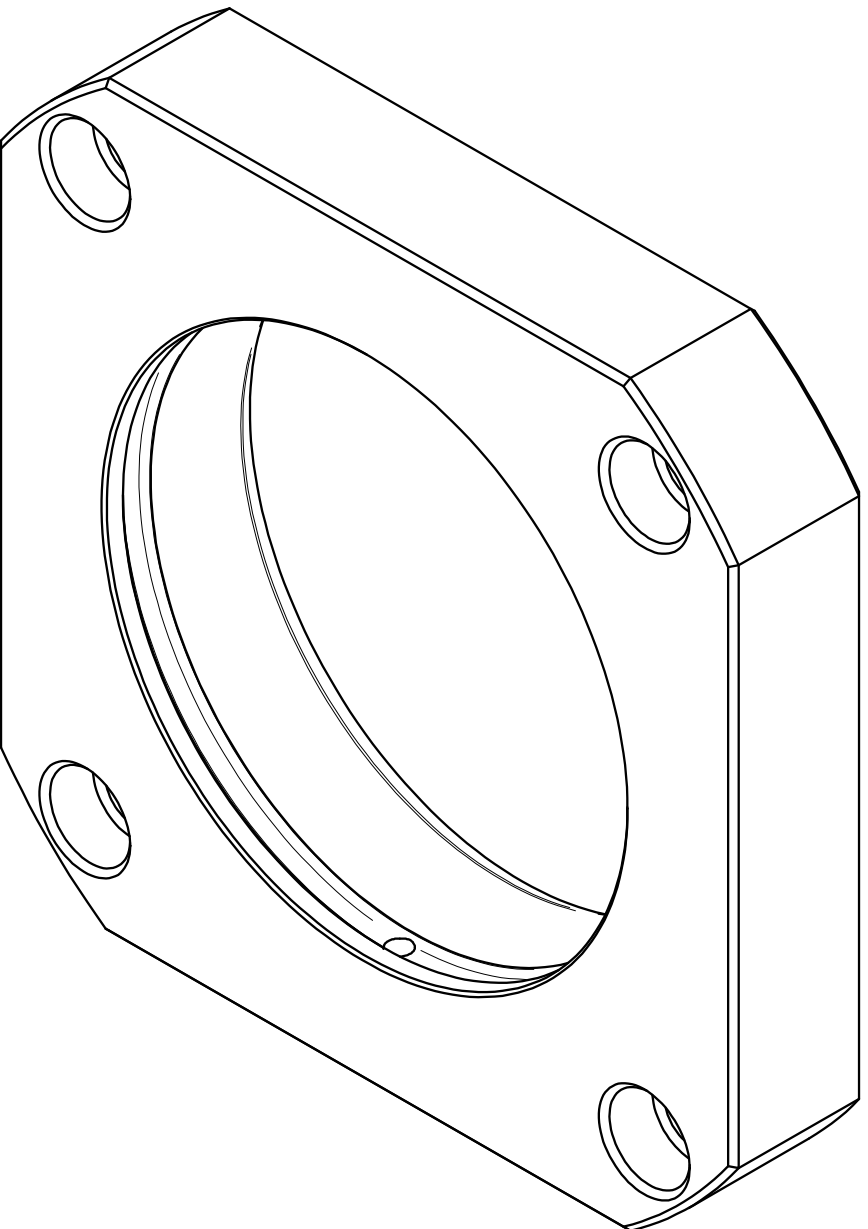
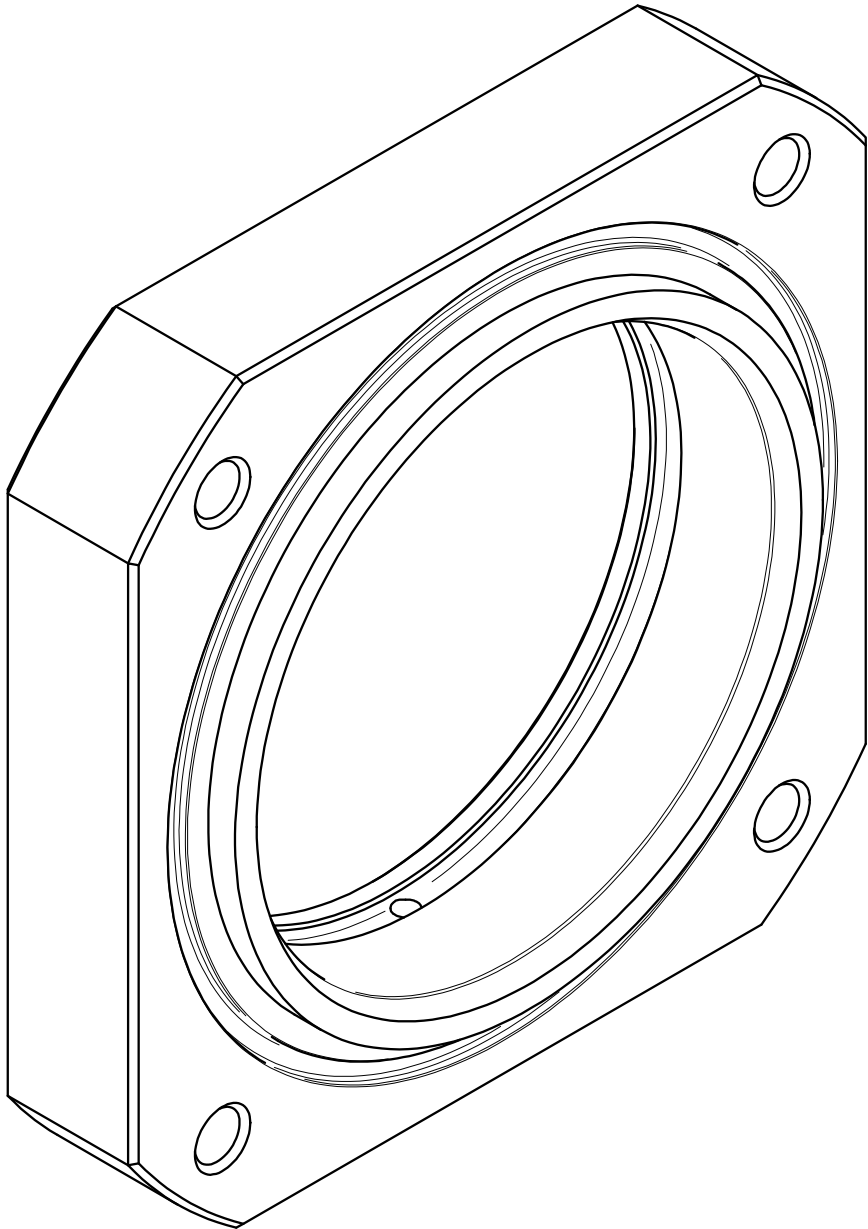
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka / symbol	Jednotka	Popis
Cr	[-]	chrom
ČSN	[-]	česká statní norma
EN	[-]	evropská norma
HB	[-]	tvrdost dle Brinella
HSS	[-]	nástrojová rychlořezná ocel
ISO	[-]	mezinárodní norma
M	[-]	metrický závit
ME	[-]	metrický kužel
Mn	[-]	mangan
Mn-Cr	[-]	mangan-chrom
P	[-]	fosfor
S	[-]	síra
Si	[-]	křemík
VBD	[-]	výměnná břitová destička
D'_0	[mm]	minimální průměr polotovaru
D_{5m}	[mm]	průměr
D_c	[mm]	průměr frézy
D_{max}	[mm]	největší průměr součásti
L	[mm]	celková délka
R_m	[MPa]	mez pevnosti
Re	[MPa]	mez kluzu
a_p	[mm]	hloubka záběru třísky
b	[mm]	průměr držáku
d_1	[mm]	průměr otvoru ve VBD
dm_m	[mm]	průměr držáku
f_1	[mm]	celková šířka držáku
f_{ot}	[mm]	posuv na otáčku
f_z	[mm]	posuv na zub
h	[mm]	šířka držáku

Zkratka / symbol	Jednotka	Popis
l	[mm]	délka řezné hrany
l_1	[mm]	celková délka držáku / vrtáku
l_2	[mm]	délka funkční části
l_3	[mm]	délka úchopné části
l_4	[mm]	délka stopky
l_e	[mm]	délka řezné hrany
m	[kg]	hmotnost
$rep = r\varepsilon$	[mm]	poloměr zaoblení špičky
s	[mm]	tloušťka
v_c	[m.min ⁻¹]	řezná rychlost
λ_s	[°]	nástrojový úhel sklonu hlavního ostří
γ_o	[°]	nástrojový ortogonální úhel čela
κ_r	[°]	nástrojový úhel nastavení ostří
\square	[-]	tvar čtverce
\varnothing	[-]	průměr

SEZNAM PŘÍLOH

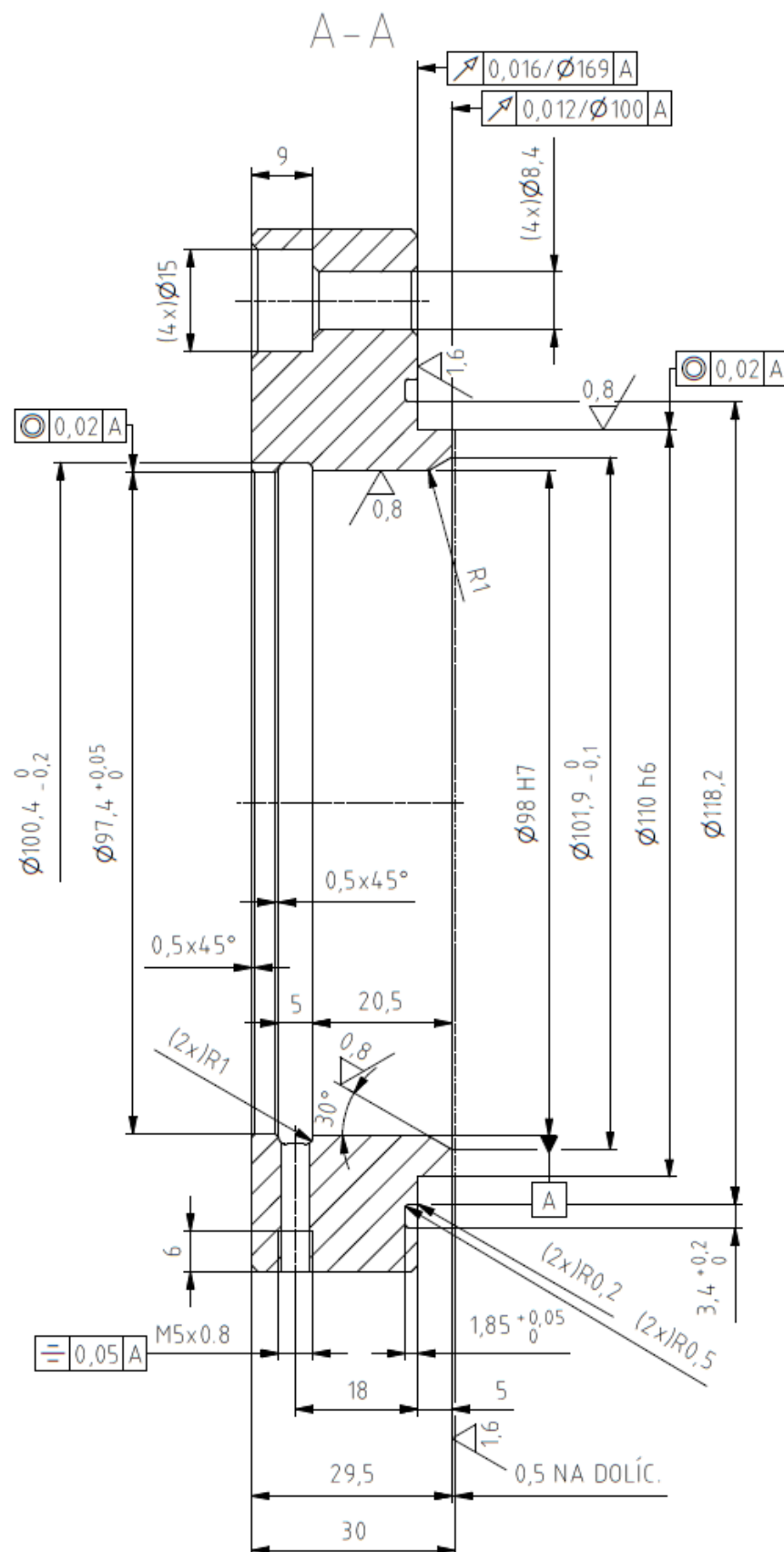
Příloha 1	Výkres součásti Viko, číslo výkresu TX6-02-260-03 (umístěn v kapce desek)
Příloha 2	Detail řezu A-A
Příloha 3	Detail levého čela
Příloha 4	Výrobní postup



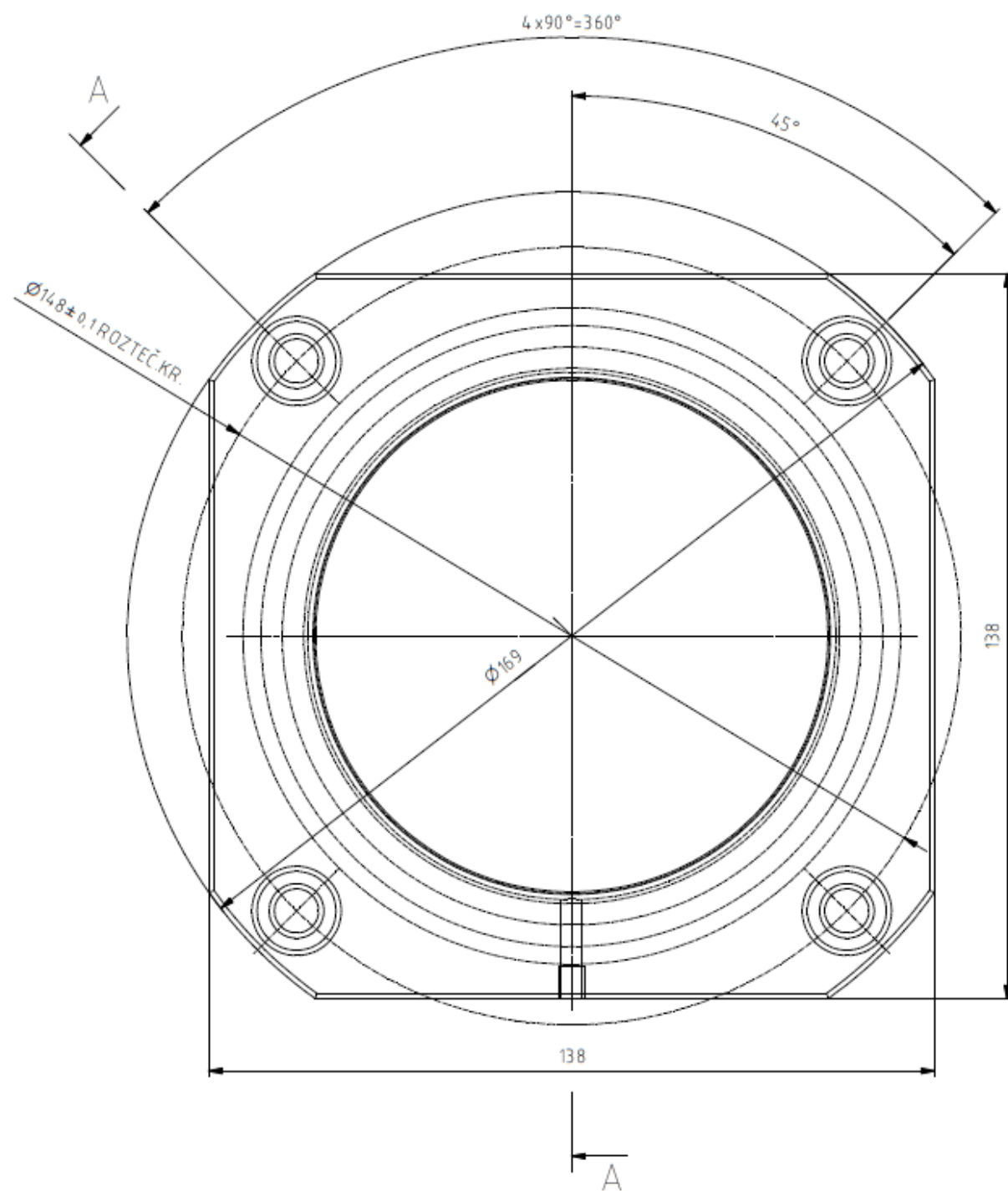
NEKÚTOVANÉ HRANY SRAŽENY 1x45°
ZÁVITY CHRÁNIT
CEMENTOVÁNO DO HL. 0,7-0,9mm; KALENO NA 58±3 HRC
NETOLEROVANÉ ROZMĚRY +t₂; -t₂; ± $\frac{t_2}{2}$ ČSN 01 4240
NEPŘEDEPSANÉ TOLERANCE TVARU A POLOHY PODLE ČSN 01 4406

2	4 HR 140-35			14 220.3		2.03 kg		TX6-2-260-0			3			
Počet kusů	Název-Rozměr			Položtovar		Mater. konečný		Mater. výchozí		Třída odpadu	Č.hmot-nost	Hr.hmotnost	Číslo sestavy	Poz.
Poznámka číslo kusovníku: TX6-4-260-0K														
Měřítko 1:1	Kreslil MICANEK			Č. snímku		Změna 								

PŘÍLOHA 2



PŘÍLOHA 3



PŘÍLOHA 4

zakázkové číslo TX6		číslo součásti TX6- 2-250-3	název součásti - výkres VÍKO		list č. počet l.	1 2
druh, rozměr, stav mat. 14 220.3; Ø180-35 mm;			hmotnost 2,03 kg	množství 1 ks		
č. op.	dr. op.	popis práce			doporučené nástroje	
1	Su SV18RA 14125	<p>Upnout polotovar do sklíčidla za vnější průměr zarovnat čelo na rozměr 33 ±0,2; soustružit vnější průměr Ø171±0,2; otočit; zarovnat druhé čelo na rozměr 31 ±0,2; soustružit zbytek vnějšího průměru Ø171±0,2; vypíchnout středový otvor na Ø90±1; otočit; vypíchnout zbytkový materiál na Ø90±1; soustružit otvor na Ø95±0,2. Upnout polotovar do sklíčidla za otvor; soustružit vnější průměr Ø169+0,2 na hotovo; začistit přilehlé čelo na rozměr 30,5±0,2; otočit; začistit druhé čelo s přídavkem na broušení na 30,2+0,2; Upnout polotovar do sklíčidla za vnější průměr soustružit Ø110h6 s přídavkem 0,6 na broušení, na přilehlém čele ponechat přídavek 0,1 na broušení (do délky 5,5-0,2); technologicky soustružit zápich F2x0,2 na Ø110h6 (počítat s přídavkem na broušení); Soustružit otvor Ø97,4 a Ø98H7 s přídavkem 0,6 na broušení; soustružit zápich Ø100,4-0,2 hotově; soustružit sražení 30° s přídavkem na broušení; soustružit čelní zápich na Ø118,2±0,2 hotově; srazit všechny hrany;</p>			<p>Vnější nůž pravý VBD SECO WNMG060408-MF1, CP200 Tělo nože SECO PWLNR 2020 K06 Zapichovací nůž Použit dle dostupnosti skladu Vnitřní nůž pravý VBD SECO CCMT 09T308 - MF2 CP500 Tělo nože SECO A20R-SCLCR09 Dokončovací vnější nůž VBD SECO VBMT160408-F1, CP500 Tělo nože SECO SVLBR 2020 K16 Dokončovací vnitřní nůž VBD SECO DNMU110408 - MF2 TP2500 Tělo nože SECO S25T - PDUNR11 Vnitřní zapichovací nůž Použit dle dostupnosti skladu</p>	
2	Fr MAS MCV 1016 quick 45215	<p>Upnout přes otvor na stůl; frezovat konturu dle modelu (□ 138); srazit hrany na kontůře 1,5x45° a u otvorů pro šrouby 1x45°; navrtat otvory pro šrouby; vrtat otvory Ø8,4±0,1 skrz materiál; frézovat zahloubení pro šrouby Ø15±0,1 do hloubky 9;</p>			<p>Rohová fréza Frezovací hlavice SECO R217.96-1640.RE-08-3A VBD SECO XNEX080608TR-M13 MP 2500 NC Středící vrták WNT 10 703006</p>	
		vystavil - datum Tomáš Duda 17.2.2016		kontroloval		podpis

zakázkové číslo TX6		číslo součásti TX6- 2-250-3	název součásti - výkres VÍKO		list č. počet l.	2 2
druh, rozměr, stav mat. 14 220.3; Ø180-35 mm;		hmotnost 2,03 kg	množství 1 ks			
č. op.	dr. op.	popis práce			doporučené nástroje	
		otočit; srazit hrany na kontůře 1,5x45° a u otvorů pro šrouby 1x45° Upnout do svěráku; vrtat díru pro závit M5x0,8; srazit hranu; tvářit závit M5x0,8			Vrták Ø8,4 WNT WTX-FEED-UNI.8,4.R.5D.IK .HA DPZ74S Monolitní fréza Ø8 SPEEDTIGER P-PE0803T Fréza na srážení hran Tělo frézy SECO R215.49-00.375-3 VBD SECO SPMX0602AP-75 Vrták pod závit M5 SECO SD1105A-0465-029-06R1 Tvářecí závitník M5 SECO MF-M5x0,80ISO6HX-XC-V055	
3	Kalírna 11529	Izolovat (chránit) závit; cementovat do hloubky 0,7-0,9; kalit na 58±3 HRC				
4	Tryskání 16167	Jemně otryskat (pouze v případě pokud není kaleno v ochranné atmosféře)				
5	Bru BK/BO 05525	Upnout součást na magnet za pravé čelo; z technologických důvodů začistit levé čelo; otočit; Upnout součást na magnet za levé čelo; brousit vnitřní průměry Ø97,4+0,05 a Ø98H7 včetně sražení 30° na Ø98H7 ; brousit vnější průměr Ø110h6 a přilehlé (pravé) čelo hotově; začistit zbytek čela;				
6	Bru BPH 05615	Upnout součást na magnet za (levé) čelo; dobrousit čelo dle požadavků montáže				
8	Dílna 09421	Odmagnetovat na demagnetizační zařízení				
7	Galvanovna 09632	Černit.				
		vystavil - datum Tomáš Duda 17.2.2016		kontroloval		podpis